

充電を考慮した誘電エラストマーを用いた振動発電における 発電率の向上

60200063 清水翔伍

発表日 6 月 13 日

1 研究背景関連

1.1 誘電エラストマーとは一体何か

誘電エラストマーとは、空気中での駆動や大変形が可能であるという特徴を有して、比較的扱いやすいとされている高分子材料です。また、誘電エラストマーを用いた発電方法として誘電エラストマージェネレータ (Dielectric Elastomer Generator : DEG) というものがあり、形状を自由に変更できるため、自身の伸縮運動により、機械エネルギーを電気エネルギーに直接変換できます。

1.2 他の発電方法に比べて振動発電の発電効率はどうのくらいあるのか

エネルギー源に対するエネルギー密度は以下のようになります。

エネルギー源	エネルギー密度	発電方法の例
光 (直射日光)	$1[\text{W}/\text{cm}^2]$	直射日光
光 (室内)	$10^{-4}[\text{W}/\text{cm}^2]$	室内照明
風力	$10^{-2}[\text{W}/\text{cm}^2]$	風力
振動	$10^{-3} \sim 10^{-4}[\text{W}/\text{cm}^2]$	歩行, モータ, 橋梁
熱	$10^{-5}[\text{W}/\text{cm}^2]$	体温, 車両の廃熱
電磁波	$10^{-6}[\text{W}/\text{cm}^2]$	放送波, 無線 LAN

このように、振動発電は太陽光発電や風力発電に比べるとエネルギー密度は低くなっていますが、これらの発電とは違い、小規模な発電によって、わずかな電力を必要とする情報端末などに使用されることが期待されています。

1.3 どのくらいの発電効率を達成すればよいという目標はあるのか

振動発電によって生み出された電力を使用する、対象機器とそれに必要な電力は以下のようになります。

対象機器	必要な電力
腕時計	$1[\mu\text{W}]$
ワイヤレスマイク	$10[\text{mW}]$
PHS	$100[\text{mW}]$
携帯電話	$1[\text{W}]$

従来研究の実験における、平均の発電量は $0.4[\mu\text{W}/\text{cm}^2]$ となっており、さらなる発電率の向上が期待されています。

1.4 他の発電と比べてのデメリットはなにか

太陽光発電や風力発電と比べるとエネルギー密度が低いことや、耐久性が少し低いことなどのデメリットがあると思います。

2 理論部分関連

2.1 DEG の伸縮比が何に関係しているのか

DEG の伸縮比を大きくすることで、DEG の静電容量の変化を大きくすることが出来ます。それによって、電圧増幅率、電荷の増加量を共に大きくすることができるので、発電率の向上へとつながっていきます。

2.2 シミュレーション値と解析値のわずかな誤差はなんなのか

シミュレーションソフトの方では、内部抵抗やダイオードの順方向電圧が考慮されている一方で、自分で求めた解析値の方は、各々の素子がそれぞれ理想的な素子であると仮定して解析をしましたので、そこで生じたわずかな誤差だと思います。内部抵抗やダイオードの順方向電圧というのは後から組み込むことが出来るので、大丈夫だと考えています。

2.3 新たな回路についての具体的なアイデアはなにかあるか

DEG が持つべき特性に注目し、自給式回路にコイルを導入することで過渡応答を生じさせ、電荷の移動量を大きくする図 1 のようなスイッチング自給式回路において、充電用コンデンサまで考慮に入れた上で、発電率向上のための DEG の最適設計、回路パラメータの最適決定法の確立を目指していこうと考えています。

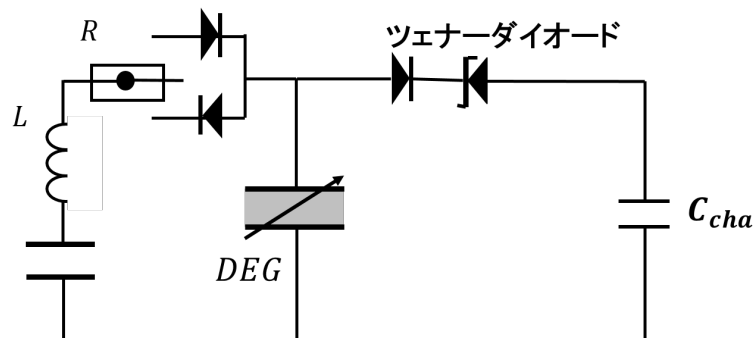


Fig. 1 提案回路

3 実機関連

3.1 実験手順はどのようなになっているのか

実験手順は以下のようになります。

1. レーザー加工機でアクリル板を削り、円環の板を作成する
2. 円環の板にエラストマーを取り付ける
3. エラストマーに黒色のグリースをぬり、そこに銅箔をつける
4. 装置に取り付ける
5. 回路を構成して電圧をかける

3.2 伸縮比はどのくらいの値まで高められるのか

現在、伸縮比は2倍程度まで上げることが出来ています。エラストマーの耐久性の問題からこれ以上大幅に大きくすることはできないと考えています。

3.3 実験装置の条件とシミュレーションの条件は同じなのか

実験データがまだ出来ていないので、シミュレーションと比べることが出来ていませんが、実験データが出来次第、実験の条件に合わせてシミュレーションを行い、整合性について確かめていこうと考えています。

3.4 実験において分割比をどのように最適比にしていこうと考えているのか

エラストマーに黒色のグリースを付けるのですが、グリースを付ける面積によって各 DEG の静電容量を変化させることが出来ます。そのため、グリースを付ける面積を調整して、自給式回路内の DEG と発電用 DEG の静電容量を最適比にしていこうと考えています。

3.5 モーターを速く回転させることで発電効率はどうなるのか

モーターを速く回転させることで1サイクル当たりの電圧増幅率、電荷の増加量は変化しませんが、1サイクルの動作が速く行われることとなるので、充電の開始時間が早く行われることとなります。そのため、できるだけ早く回転させた方が発電効率はよくなると考えています。